王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪泌乳性能及血清激素和抗氧化指标的影响

王芳芳　武洪志　刁华杰　王志龙　邓晓敏　刁新平*

（东北农业大学动物科技学院，哈尔滨 150030）

摘　要：本试验旨在探讨王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪泌乳性能及血清激素和抗氧化指标的影响。试验采用2×2双因子随机设计，主效应分别为王不留行黄酮苷（0、2 g/kg）、葛根异黄酮（0、2.5 g/kg）及二者互作。选择胎次和预产期相近的经产长白母猪24头，随机分为4个组（对照组、王不留行黄酮苷组、葛根异黄酮组和混合组），每组6头猪。预试期7 d，正试期21 d。结果表明：1）混合组母猪平均日采食量显著高于对照组（$P<0.05$）；与对照组相比，各添加组哺乳第2周仔猪平均日增重均有升高的趋势，混合组显著高于对照组（$P<0.05$）。各添加组常乳中胰岛素样生长因子Ⅰ含量显著高于对照组（$P<0.05$），且各组间均差异显著（$P<0.05$）。2）混合组第1、10、21天血清中生长激素，第21天雌激素和第1、10、21天催乳素含量均显著高于对照组（$P<0.05$）。3）各添加组第10、21天血清中谷胱甘肽过氧化物酶活性显著高于对照组（$P<0.05$），第1、10、21天血清中丙二醛含量显著低于对照组（$P<0.05$）。混合组第1、10、21天的血清中总超氧化物歧化酶活性显著高于对照组（$P<0.05$）。综上所述，在本试验条件下，添加王不留行黄酮苷和葛根异黄酮提高了母猪的泌乳量，血清中催乳素、生长激素含量及总超氧化物歧化酶活性，使母猪泌乳性能、血清激素和抗氧化指标得到提高。

关键词：王不留行黄酮苷；葛根异黄酮；泌乳性能；抗氧化

中图分类号：S828

王不留行黄酮苷（vaccarin,VAC）和葛根异黄酮（puerain,PUE）作为安全、天然的饲料添加剂，具有多种生物学功能，如促进雌激素(estrogen,E)分泌、促进乳蛋白(milk protein，MP)合成、促进细胞增殖和抗氧化功能。王不留行的有效成分王不留行黄酮苷能够刺激乳腺细胞增殖和MP的合成[1]。在哺乳母猪饲粮中添加含王不留行的添加剂，母猪泌乳力显著增加，仔猪20日龄窝重显著提高[2-3]。目前王不留行的应用虽多，但对其有效成分王不留行黄酮苷在母猪生产上的研究较少。补饲葛根提取物有提高奶牛日均产奶量的趋势[4]，葛根中的异黄酮类物质有雌激素样作用[5]，其中的有效成分葛根素对小鼠乳腺导管有促进作用，给小鼠注射葛根素，小鼠血清中生长激素（growth hormone,GH）含量提高，生长激素与催乳素(prolactin,PRL)有协同作用，促使泌乳增多[6]。葛根异黄酮能使泌乳增加，但在母猪生产上还没有相关的研究，本试验通过研究王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪泌乳性能及血清激素和抗氧化指标的影响，看其是否有增乳效果及两者合用是否可行，为寻求安全可靠的饲料添加剂提供理论依据，进而使养猪业持续健康发展。

1　材料与方法

1.1　试验材料

王不留行黄酮苷（纯度为10%，批号为HY20150503）和葛根异黄酮（纯度为40%，批号为HY20150418）均购自陕西浩洋生物科技有限公司。

1.2　试验设计与饲养管理

选择胎次和预产期相近的经产长白母猪24头，随机分为4个组，每组6头。试验采用2×2双因子随机设计，选取2个水平的王不留行黄酮苷（0、2 g/kg）以及2个水平的葛根异黄酮（0、2.5 g/kg）添加于哺乳母猪饲粮中。试验设计如表1所示。试验期为产前7 d至21

收稿日期：2016-06-07

基金项目：黑龙江省科技厅对外合作攻关项目（WB13B101）

作者简介：王芳芳（1990-），女，河南开封人，硕士研究生，从事单胃动物营养研究。E-mail：wangffar@163.com

*通信作者：刁新平，副教授，硕士生导师，E-mail： diaoxp63@163.com

d 断奶，预试期 7 d，正试期 21 d。

表 1　试验设计

Table 1　Experiment design　g/kg

组别 Groups	王不留行黄酮苷 VAC	葛根异黄酮 PUE
对照组 Control group		
王不留行黄酮苷组 VAC group	2	
葛根异黄酮组 PUE group		2.5
混合组 Mixed group	2	2.5

试验在黑龙江省大东北种猪场进行。试验期间，每天按时清理试验猪舍，保证猪舍环境清洁。预产前 1 周将母猪从妊娠舍转到分娩舍饲养，试验全期的饲养管理由同一饲养员负责。从预试期开始限饲，直到分娩，每头母猪每天喂料 3 kg，饲喂 3 次，自由饮水。产前第 4 天开始每天减料 0.5 kg，分娩当天停料。分娩后第 1 天饲喂 2 kg，随后每天增加 0.5 kg，4 d 后自由采食，每天饲喂 3 次。小猪出生 7 d 后肌内注射右旋糖酐铁，其免疫程序按照场内要求进行，并于 21 日龄断奶。

1.3　试验饲粮

试验基础饲粮为按照 NRC（1998）猪饲养标准配制的玉米-豆粕型饲粮，基础饲粮组成及营养水平如表 2 所示。

表 2　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 2　Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
豆粕 Soybean meal	27.90
玉米 Corn	58.20
豆油 Soybean oil	4.00
鱼粉 Fish meal	2.00
小麦麸 Wheat bran	3.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.88
碳酸钙 $CaCO_3$	0.92
食盐 NaCl	0.40
碳酸氢钠 $NaHCO_3$	0.39
L-赖氨酸盐酸盐（78.8%） *L*-Lys·HCl	0.24
DL-蛋氨酸 *DL*-Met （98%）	0.11
L-苏氨酸 *L*-Thr （98%）	0.12
L-缬氨酸 *L*-Val （98%）	0.14
氯化胆碱 Choline chloride（50%）	0.15
预混料 Premix[1)]	0.55
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]	
消化能 DE/（MJ/kg）	13.81
粗蛋白质 CP	18.50
钙 Ca	0.95
总磷 TP	0.75

有效磷 AP	0.45
总赖氨酸 TLys	1.10
DL-蛋氨酸 *DL*-Met （98%）	0.40
L-苏氨酸 *L*-Thr （98%）	0.83
L-缬氨酸 *L*-Val （98%）	1.01

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet: VE 12.5 IU，VD_3 35 000 IU，VA 25 000 IU，VK 2.5 mg，VB_1 1 mg，VB_2 8 mg，VB_6 3 mg，VB_{12} 0.015 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 12.5 mg，叶酸 folic acid 0.25 mg，烟酸 nicotinic acid 17.5 mg，Cu (as copper sulfate) 30 mg，Fe (as ferrous sulfate) 100 mg，Mn (as manganese sulfate) 40 mg，Se (as sodium selenite) 0.25 mg，Zn (as zinc sulfate) 100 mg，I (as potassium iodide) 0.25 mg。

[2)]营养水平均为计算值。Nutrient levels were all calculated values.

1.4 样品采集与制备

1.4.1 乳样的采集

试验母猪分娩时在其前、中、后乳腺用手挤奶共采初乳 30 mL，哺乳第 10 天早上饲喂母猪后，耳缘静脉注射缩宫素 4 mL。在每头母猪前、中、后乳腺共采常乳 30 mL，采常乳前 45 min 将仔猪隔离。采乳后取初乳、常乳各 5 mL 分别放于 10 mL 离心管中，4 ℃下用离心机 3 500 r/min 离心 20 min 弃去脂肪，将脱脂乳于-20 ℃下保存在冰箱中，用于乳中相关激素的测定。剩余乳样于 4 ℃冰箱保存，用于测定乳脂肪(milk fat，MF)、乳糖(lactose，LA)和 MP 含量。

1.4.2 血样的采集

在母猪分娩当天，哺乳第 10、21 天早晨饲喂前耳缘静脉采血 10 mL 于采血管内，置于室温下倾斜静置凝固后，4 ℃下 3 000 r/min 离心 20 min，将上清液转移到 Ep 管中，-20 ℃冰箱冷冻保存，用于测定血清激素和抗氧化指标。

1.5 指标测定及方法

1.5.1 生产性能指标

自分娩日开始详细记录每头试验母猪的日采食量用于计算哺乳期的平均日采食量（average daily feed intake,ADFI）。分娩后 12 h 内以及试验第 7、14、21 日龄的清晨空腹称重并记录每窝仔猪头数，用于计算哺乳仔猪饲养全期及不同段的平均日增重（average daily gain,ADG）和平均窝重（average litter weight,ALW)。根据 Lawlor 等[7]的方法，母猪泌乳量与仔猪增重的效率为 4:1 作合理调整间接计算每头母猪泌乳期 21 d 的总泌乳量（total lactation,TL)：

总泌乳量(kg)=仔猪个体 ADG×窝仔数×泌乳天数×4。

1.5.2 乳成分指标

乳中的常规成分（MF、LA 和 MP）采用 FOSS 乳品成分快速分析仪（MilkoScan FT120 型，阿尔巴尼亚）测定。乳中激素胰岛素样生长因子Ⅰ（insulin-like growth factor I,IGF-Ⅰ）采用酶联免疫吸附试验（ELISA）的方法测定，测定过程均遵照试剂盒说明书操作，试剂盒为猪 IGF-Ⅰ ELISA 试剂盒(HL50114)，购自上海哈灵生物科技有限公司。

1.5.3 血清激素指标

母猪血清中催乳素、雌激素、生长激素的含量采用 ELISA 的方法测定，测定过程遵照试剂盒说明书操作，试剂盒购自上海哈灵生物科技有限公司，分别为猪催乳素 ELISA 试剂盒（HL50440）、猪雌激素 ELISA 试剂盒（HL50108)、猪生长激素 ELISA 试剂盒（HL50121)。

1.5.4 血清抗氧化指标

血清中丙二醛(malondialdehyde,MDA)含量及谷胱甘肽过氧化物酶（glutathione

peroxidase,GSH-Px)、总超氧化物歧化酶（total superoxide dismutase,T-SOD)活性采用 ELISA 的方法测定，测定过程遵照试剂盒说明书操作，试剂盒购自上海哈灵生物科技有限公司，分别是猪 MDA ELISA 试剂盒（HL50263）、猪 GSH-Px ELISA 试剂盒（HL50445）、猪 T-SOD ELISA 试剂盒（HL50442)。

1.6　数据统计与分析

本试验所得数据以采用 SPSS 19.0 统计软件一般线性模型(GLM)程序对试验数据进行双因素分析，并用 Duncan 氏法进行比较分析。主效应分别用单因素方差分析（one-way ANOVA）进行差异显著性分析，试验结果以“平均值±标准差”表示，P<0.05 表示差异显著。

2　结果与分析

2.1　王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对乳猪生产性能和哺乳母猪泌乳性能的影响

如表 3 所示，各组之间哺乳第 1 周、第 3 周及哺乳全期乳猪 ADG 和第 7 天 ALW 差异不显著（P>0.05）；哺乳第 2 周，与对照组相比，各添加组 ADG 均有升高的趋势，混合组升高最多且与对照组差异显著（P<0.05）。各添加组母猪 ADFI 均高于对照组，混合组与对照组差异显著（P<0.05），对照组、王不留行黄酮苷组、葛根异黄酮组之间差异不显著（P>0.05）。

主效应分析发现，饲粮添加葛根异黄酮显著提高了乳猪第 2 周的 ADG，第 14、21 天的 ALW 及母猪 ADFI、TL（P<0.05），饲粮添加王不留行黄酮苷及二者互作对乳猪 ADG、ALW 及母猪的 ADFI、TL 影响均不显著（P>0.05）。

表 3　王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对乳猪生产性能和哺乳母猪泌乳性能的影响

1 Table 3 Effects of VAC and PUE on performance of suckling piglets and lactation performance of lactating sows

项目 Items	组别 Groups					主效应分析 Main effect analysis						
						葛根异黄酮 PUE/(g/kg)		王不留行黄酮苷 VAC/(g/kg)		*P* 值 *P*-value		
	对照组 Control group	王不留行黄酮苷组 VAC group	葛根异黄酮组 PUE group	混合组 Mixed group	*P* 值 *P*-value	0	2.5	0	2	葛根异黄酮 PUE	王不留行黄酮苷 VAC	葛根异黄酮×王不留行黄酮苷 PUE×VAC
平均日增重 ADG/g												
第 1 周 The 1st week	198.00±0.07	200.30±0.06	200.20±0.04	213.80±0.03	0.989	199.20±0.06	207.00±0.04	199.10±0.05	207.10±0.05	0.826	0.820	0.906
第 2 周 The 2nd week	220.50±0.02^{a}	226.50±0.02^{ab}	233.00±0.01^{ab}	239.00±0.02^{b}	0.148	223.50±0.02^{e}	236.00±0.02^{f}	226.80±0.02	232.80±0.02	0.051	0.237	0.673
第 3 周 The 3rd week	302.70±0.09	304.00±0.05	320.70±0.06	326.70±0.07	0.916	303.30±0.07	323.70±0.07	311.70±0.08	315.30±0.06	0.494	0.901	0.937
哺乳全期 Lactation	240.50±0.04	243.70±0.02	251.70±0.02	259.80±0.02	0.637	242.10±0.03	255.80±0.02	246.10±0.03	251.80±0.02	0.245	0.625	0.829
平均窝重 ALW/kg												
第 7 天 The 7th day	27.19±5.16	29.47±4.75	30.90±4.25	31.40±2.22	0.341	28.33±4.88	31.15±3.24	29.04±4.91	30.43±3.68	0.12	0.432	0.613
第 14 天 The 14th day	41.76±6.15^{a}	45.26±4.53^{ab}	47.76±5.22^{b}	49.18±1.10^{b}	0.059	43.51±5.46^{e}	48.47±3.68^{f}	44.76±6.27	47.22±3.75	0.017	0.210	0.592
第 21 天 The 21th	61.72±8.34^{a}	66.55±6.75^{ab}	71.04±7.51^{b}	72.78±5.57^{b}	0.060	64.13±7.66^{e}	71.91±6.37^{f}	66.38±9.00	69.67±6.74	0.015	0.271	0.601

day												
平均日采食 ADFI/kg	4.95±0.27^{a}	5.09±0.25^{ab}	5.18±0.12^{ab}	5.32±0.09^{b}	0.025	5.02±0.26^{e}	5.25±0.13^{f}	5.06±0.23	5.21±0.22	0.008	0.097	0.998
总泌乳量 TL/kg	190.84±29.62^{a}	204.17±21.85^{ab}	218.66±25.90^{ab}	225.31±21.83^{b}	0.111	197.50±25.90^{e}	221.99±23.10^{f}	204.75±30.25	214.74±23.57	0.026	0.340	0.747

同行无字母或数据肩标相同字母表示差异不显著(P＞0.05)，不同小写字母表示差异显著(P＜0.05)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05). The same as below.

2.2 王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪乳成分的影响

如表 4 所示，饲粮添加葛根异黄酮和王不留行黄酮苷对各组的初乳和常乳中 MF、LA、MP 含量无显著影响（P>0.05）。各添加组初乳中 MF 含量均高于对照组，混合组最高且与对照组差异显著（P<0.05）。各添加组初乳和常乳中 IGF-I 含量均显著高于对照组（P<0.05），各添加组间常乳中 IGF-I 含量差异显著（P<0.05）。

主效应分析表明，添加葛根异黄酮、王不留行黄酮苷均显著提高初乳中 IGF-I 含量（P<0.05），二者互作对各指标的影响不显著（P>0.05）。

表 4　王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪乳成分的影响

Table 4　Effects of VAC and PUE on milk composition of lactating sows

项目 Items	组别 Groups					主效应分析 Main effect analysis						
						葛根异黄酮 PUE/(g/kg)		王不留行黄酮苷 VAC/(g/kg)		P 值 P-value		
	对照组 Control group	王不留行黄酮苷组 VAC group	葛根异黄酮组 PUE group	混合组 Mixed group	P 值 P-value	0	2.5	0	2	葛根异黄酮 PUE	王不留行黄酮苷 VAC	葛根异黄酮×王不留行黄酮苷 PUE×VAC
初乳 Colostrum												
乳脂肪 MF/%	3.53±0.07^{a}	3.54±0.06^{ab}	3.57±0.06^{ab}	3.59±0.02^{b}	0.249	3.53±0.06	3.58±0.04	3.55±0.06	3.56±0.05	0.065	0.522	0.649
乳糖 LA/%	3.86±0.02	3.88±0.03	3.88±0.07	3.89±0.05	0.715	3.87±0.03	3.88±0.06	3.87±0.05	3.88±0.04	0.402	0.806	0.163

乳蛋白 MP/%	3.47±0.05	3.49±0.03	3.48±0.04	3.49±0.03	0.683	3.48±0.04	3.49±0.04	3.47±0.04	3.49±0.03	0.490	0.358	0.717
胰岛素样生长因子-I IGF-I/(μg/L)	170.09±6.36^{a}	189.99±10.25^{b}	187.67±5.07^{b}	203.95±25.08^{b}	0.005	180.04±13.20^{e}	195.81±19.23^{f}	178.88±10.70^{g}	196.97±19.67^{h}	0.013	0.005	0.757
常乳 Milk												
乳脂肪 MF/%	5.68±0.06	5.68±0.06	5.73±0.06	5.72±0.07	0.446	5.68±0.05	5.72±0.06	5.70±0.06	5.70±0.07	0.111	0.985	0.939
乳糖 LA/%	4.57±0.04	4.60±0.06	4.61±0.05	4.62±0.04	0.249	4.58±0.04	4.61±0.04	4.59±0.05	4.61±0.05	0.089	0.356	0.551
乳蛋白 MP/%	3.93±0.03	3.95±0.02	3.93±0.04	3.95±0.04	0.666	3.94±0.03	3.94±0.04	3.93±0.04	3.95±0.03	0.690	0.247	0.931
胰岛素样生长因子-I IGF-I/(μg/L)	176.02±1.80^{a}	184.71±2.09^{b}	195.11±4.29^{c}	199.14±3.38^{d}	0.000	180.37±4.91^{e}	197.12±4.24^{f}	185.57±10.45	191.92±7.99	0.000	0.000	0.077

2.3　王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪血清激素指标的影响

如表 5 所示，哺乳第 1、10 天各组间血清中雌激素含量差异均不显著（*P*>0.05）；第 21 天，各添加组血清中雌激素含量均高于对照组，混合组与对照组差异显著（*P*<0.05）。哺乳第 1、21 天，各添加组血清中催乳素、生长激素含量均高于对照组，且葛根异黄酮组、混合组与对照组差异显著（*P*<0.05）。

主效应分析表明，饲粮单独添加葛根异黄酮对哺乳全期催乳素、生长激素含量均有显著影响（*P*<0.05）。饲粮单独添加王不留行黄酮苷对哺乳第 1 天催乳素含量有显著影响（*P*<0.05）。二者互作对哺乳全期血清中雌激素、生长激素含量影响均不显著（*P*>0.05）。

表 5　王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪血清激素指标的影响

Table 5　Effects of VAC and PUE on serum hormone indexes of lactating sows

项目 Items	组别 Groups					主效应分析 Main effect analysis						
						葛根异黄酮 PUE/(g/kg)		王不留行黄酮苷 VAC/(g/kg)		*P* 值 *P*-value		
	对照组 Control group	王不留行黄酮苷组 VAC group	葛根异黄酮组 PUE group	混合组 Mixed group	*P* 值 *P*-value	0	2.5	0	2	葛根异黄酮 PUE	王不留行黄酮苷 VAC	葛根异黄酮×王不留行黄酮苷 PUE×VAC

雌激素 E/（pg/mL）												
第 1 天 The 1st day	29.84±0.36	30.29±0.50	30.16±0.40	30.33±0.33	0.190	30.06±0.48	30.24±0.36	30.00±0.40	30.31±0.41	0.291	0.082	0.411
第 10 天 The 10th day	26.97±0.14	26.97±0.39	27.22±0.51	27.26±0.27	0.337	26.97±0.28	27.24±0.39	27.09±0.38	27.12±0.36	0.074	0.878	0.900
第 21 天 The 21st day	22.27±0.05^{a}	22.29±0.26^{a}	22.31±0.17^{a}	22.56±0.18^{b}	0.046	22.28±0.18	22.43±0.21	22.29±0.12	22.42±0.26	0.056	0.090	0.146
催乳素 PRL/（ng/mL）												
第 1 天 The 1st day	0.80±0.01^{a}	0.83±0.01^{b}	0.85±0.01^{c}	0.86±0.01^{d}	0.000	0.82±0.02^{e}	0.86±0.01^{f}	0.82±0.03^{g}	0.85±0.02^{h}	0.000	0.000	0.057
第 10 天 The 10th day	0.65±0.02^{a}	0.66±0.03^{ab}	0.67±0.02^{ab}	0.68±0.02^{b}	0.123	0.65±0.03^{e}	0.67±0.02^{f}	0.66±0.02	0.67±0.03	0.040	0.249	0.602
第 21 天 The 21st day	0.58±0.00^{a}	0.58±0.01^{ab}	0.59±0.00^{b}	0.59±0.00^{b}	0.020	0.58±0.01^{e}	0.59±0.00^{f}	0.58±0.01	0.59±0.00	0.004	0.195	0.597
生长激素 GH/（ng/mL）												
第 1 天 The 1st day	23.60±0.06^{a}	23.64±0.05^{a}	23.71±0.03^{b}	23.72±0.04^{b}	0.001	23.62±0.06^{e}	23.71±0.04^{f}	23.65±0.07	23.68±0.06	0.000	0.208	0.454
第 10 天 The 10th day	27.86±0.13^{a}	27.95±0.24^{a}	28.16±0.47^{ab}	28.44±0.09^{b}	0.007	27.90±0.19^{e}	28.30±0.35^{f}	28.01±0.36	28.19±0.31	0.002	0.111	0.389
第 21 天 The 21st day	30.93±0.14^{a}	31.03±0.16^{a}	31.56±0.32^{b}	31.83±0.34^{b}	0.000	30.98±0.15^{e}	31.70±0.35^{f}	31.25±0.41	31.43±0.49	0.000	0.094	0.444

2.4 王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪血清抗氧化指标的影响

如表 6 所示，王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪第 1 天血清中 GSH-Px 活性无显著影响（P>0.05）；各添加组第 10、21 天血清中 GSH-Px 活性显著高于对照组（P<0.05），混合组血清 GSH-Px 活性最高。第 1、21 天，王不留行黄酮苷组、混合组血清中 MDA 含量均显著低于对照组（P<0.05）；第 10 天，各添加组血清中 MDA 含量显著低于对照组（P<0.05），且各添加组之间差异均不显著（P>0.05）。第 1、21 天，葛根异黄酮组、混合组血清 T-SOD 活性显著高于对照组（P<0.05），第 10 天各添加组血清 T-SOD 活性均高于对照组，混合组与对照组差异显著（P<0.05）。

主效应分析表明，饲粮添加葛根异黄酮使哺乳母猪第 1、10、21 天血清 T-SOD 和第 10、21 天血清 GSH-Px 活性显著提高（P<0.05）。饲粮添加王不留行黄酮苷使哺乳母猪第 1、10、21 天血清中 MDA 含量均显著降低（P<0.05），第 10、21 天血清中 GSH-Px 活性显著提高（P<0.05）。二者互作对母猪哺乳第 1 天血清中 T-SOD 及第 10、21 天血清中 GSH-Px 活性影响显著（P<0.05）。

表 6 王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪血清抗氧化指标的影响

Table 6 Effects of VAC and PUE on serum antioxidant indexes of lactating sows

项目 Items	组别 Groups	*P* 值	主效应分析 Main effect analysis

	对照组 Control group	王不留行黄酮苷组 VAC group	葛根异黄酮组 PUE group	混合组 Mixed group		葛根异黄酮 PUE/(g/kg)		王不留行黄酮苷 VAC/(g/kg)		*P* 值 *P*-value		
						0	2.5	0	2	葛根异黄酮 PUE	王不留行黄酮苷 VAC	葛根异黄酮×王不留行黄酮苷 PUE×VAC
丙二醛 MDA/（mmol/L）												
第 1 天 The 1st day	6.32±0.21^{a}	5.74±0.34^{b}	6.08±0.15^{a}	5.67±0.26^{b}	0.001	6.03±0.40	5.87±0.29	6.20±0.22^{g}	5.71±0.29^{h}	0.145	0.000	0.415
第 10 天 The 10th day	5.91±0.18^{a}	5.44±0.23^{b}	5.58±0.17^{b}	5.40±0.28^{b}	0.003	5.67±0.31	5.49±0.24	5.74±0.24^{g}	5.42±0.24^{h}	0.051	0.002	0.123
第 21 天 The 21st day	6.00±0.12^{a}	5.53±0.21^{b}	5.32±0.19^{b}	5.02±0.33^{c}	0.000	5.77±0.29^{e}	5.17±0.30^{f}	5.66±0.39^{g}	5.28±0.38^{h}	0.000	0.001	0.362
总超氧化物歧化酶 T-SOD/（U/mL）												
第 1 天 The 1st day	177.80±4.97^{a}	183.33±3.10^{b}	192.64±4.54^{c}	184.49±3.14^{b}	0.000	180.56±4.90^{e}	188.57±5.66^{f}	185.22±8.99	183.91±3.04	0.000	0.435	0.000
第 10 天 The 10th day	150.05±8.43^{a}	155.84±4.52^{ab}	157.99±11.77^{ab}	167.06±11.37^{b}	0.040	152.94±7.12^{e}	162.53±12.01^{f}	154.02±10.60	161.45±10.12	0.022	0.069	0.675
第 21 天 The 21st day	100.33±9.79^{a}	102.28±5.36^{ab}	110.30±7.49^{bc}	113.86±8.23^{c}	0.022	101.30±7.60^{e}	112.08±7.73^{f}	105.31±9.81	108.07±8.97	0.003	0.401	0.806
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/（pg/mL）												
第 1 天 The 1st day	660.50±8.38	670.68±9.41	668.67±10.89	672.36±11.62	0.219	665.59±10.02	670.51±10.91	664.59±10.20	671.52±10.12	0.249	0.110	0.443
第 10 天 The 10th day	656.57±8.53^{a}	682.28±9.31^{b}	687.85±11.24^{bc}	693.92±8.81^{c}	0.000	669.43±15.90^{e}	690.89±10.14^{f}	672.21±18.90^{g}	688.10±10.57^{h}	0.000	0.001	0.020
第 21 天 The 21st day	648.92±7.36^{a}	692.98±11.72^{b}	700.88±11.81^{bc}	707.97±10.78^{c}	0.000	670.95±24.83^{e}	704.42±11.40^{f}	674.90±28.71^{g}	700.48±13.29^{h}	0.000	0.000	0.000

30 3 讨 论

31 3.1 王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对乳猪生产性能和哺乳母猪泌乳性能的影响

32 葛根和王不留行有促进乳腺发育、通乳和下乳的功能。张元中[8]将含有王不留行的中草
33 药饲喂哺乳母猪，仔猪的 ADG 显著增加。刘英姿等[9]研究也发现，王不留行通过提高母猪
34 泌乳使仔猪 ADG 增加、成活率提高。葛根异黄酮与大豆异黄酮类似，都有雌激素样作用。
35 陈丰等[10]研究表明，饲粮中添加大豆异黄酮显著提高了分娩后第 21 天母猪的泌乳量，进而
36 提高了仔猪断奶时窝重。本试验添加王不留行黄酮苷和葛根异黄酮能显著提高乳猪的 ADG
37 和母猪的泌乳量，结果与前人的一致。其原因可能有 2 种：一是葛根异黄酮类化合物弱的雌
38 激素样活性能够调节体内的雌激素，直接作用于催乳素分泌细胞，促进催乳素分泌并改变其
39 他垂体前叶激素分泌作用而促进泌乳，还可以增加细胞膜的通透性和细胞外液的积聚，增加
40 血管和血流速度及 RNA 引导的细胞蛋白质的合成，进而促进乳腺的发育，提高泌乳量[11]，
41 其具体机制有待进一步研究。二是王不留行提取物主要含有王不留行黄酮苷，Leonoudakis
42 等[12]研究发现，王不留行黄酮苷具有促进乳腺上皮细胞增殖与分泌的功能。乳腺上皮细胞
43 增多，乳腺发育较快，泌乳增多。

44 3.2 王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪乳成分的影响

45 MP、MF、LA 等是评价乳品质的重要指标。李楠等[13]研究发现，王不留行能够显著增
46 加奶牛 LA、MP 的分泌。TONG 等[14]从王不留行中分离得到催乳活性物质，该物质使信号
47 转导和转录活化蛋白（*Stat*）-5、*p-Stat*-5 的表达提高，激活 Stat-5 信号传导通路，促进机体
48 合成 β-酪蛋白，还通过激活甾醇调节因子结合蛋白-I 的表达以及腺苷酸活化蛋白激酶下游靶
49 基因乙酰辅酶 A 羧化酶和磷酸烯醇式丙酮酸羧基酶的表达来提高 MF 合成，使 MP 含量增
50 加。本试验中添加王不留行黄酮苷和葛根异黄酮有提高乳中 LA、MP 含量的趋势，但差异
51 不显著，与前人研究结果不同，这可能由于所用中草药中的有效成分含量或饲喂方式不同，
52 饲喂动物有个体差异等所致。乳中激素主要来源于血液，由于乳腺有分泌功能，所以乳中激
53 素含量的变化与血液中激素含量及乳腺的分泌有关。近年来，越来越多的试验证明，IGF-I
54 在乳腺发育和生成乳汁中起着重要作用[15]。IGF-I 可提高血流量，增加腺体中乳汁的前体物
55 质，改变分泌细胞的合成能力，以及通过减缓乳腺的衰减率而增加泌乳。本试验中添加葛根
56 异黄酮、王不留行黄酮苷及二者混合均能增加母乳中 IGF-I 含量。有可能是 IGF-I 介导乳腺
57 发育，乳腺分泌 IGF-I，二者相互促进并使泌乳增加。

58 3.3 王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪血清激素指标的影响

59 本试验中王不留行黄酮苷和葛根异黄酮二者合用显著提高了母猪哺乳第 21 天血清中雌
60 激素含量，单独添加影响不显著。雌激素能够促进催乳素的分泌，诱导泌乳的发动。一般认
61 为，雌激素是通过促进催乳素及垂体分泌的其他激素的释放来诱导泌乳的启动。另外，雌激
62 素和糖皮质激素一样能刺激乳腺细胞膜上催乳素受体，使其数目增加，因而在泌乳发动中雌
63 激素与糖皮质激素、催乳素在细胞水平上有协同作用。

64 Kleinberg 等[16]研究发现，王不留行能够提高血清中生长激素、催乳素的含量，进而促
65 进乳腺发育，提高泌乳性能。高靖等[17]将葛根提取物添加到奶牛饲粮中，结果发现，与对
66 照组相比，试验组雌激素、催乳素含量升高，但各组差异不显著。李德生等[18]将王不留行
67 提取物饲喂哺乳母猪，结果表明血清中催乳素含量增加，雌激素含量减少。本试验将王不留
68 行黄酮苷和葛根异黄酮合用，血清中雌激素、催乳素、生长激素含量显著增加，添加葛根异
69 黄酮使催乳素、生长激素含量增加，与前人的结果不尽一致，可能是葛根异黄酮中的葛根素
70 所具有的调节内分泌的功能，重新调节了体内各类激素之间的平衡关系。也可能由于葛根异
71 黄酮和王不留行黄酮苷二者的交互作用，各添加组血清中催乳素、生长激素含量的升高也正
72 好证明了饲喂王不留行黄酮苷、葛根异黄酮可以提高母猪的泌乳量。

73 3.4 王不留行黄酮苷和葛根异黄酮对哺乳母猪血清抗氧化指标的影响

74 在分娩和泌乳的过程中，动物的生理状态与营养代谢会发生急剧的变化，内分泌系统、
75 脂肪与蛋白质的代谢作用明显，在这些变化过程中，动物机体消耗大量的氧气和能量，并产
76 生许多自由基[19-22]，使脂质发生过氧化作用，产生 MDA、氢过氧基等，使细胞膜蛋白质构
77 象破坏，膜蛋白功能受损。然而细胞内有多种自由基清除系统，如 GSH-Px 直接清除活性氧
78 自由基，并能够对自由基造成的损伤进行修复，从而对细胞起到保护作用。超氧化物歧化酶
79 （SOD）和 GSH-Px 作为机体细胞内清除自由基的主要内源抗氧化物酶[23-25]，在抗氧化防御
80 系统中起重要作用，使机体一直处于动态平衡。MDA 是各种氧自由基损伤机体的重要指标
81 [26]。

82 研究发现，葛根异黄酮类化合物的主要成分之一葛根素能够直接清除自由基或阻断自由
83 基形成进而减少脂质过氧化反应，减少自由基导致的红细胞膜脂质过氧化[27]。徐晓红等[28]
84 研究发现，葛根素显著降低血清 MDA 含量，使衰老小鼠体内血清 SOD 的活性显著升高。
85 李德生等[18]在母猪饲粮中添加王不留行，结果表明母猪血清中 MDA 含量降低，第 21 天
86 GSH-Px 活性升高。本试验中，王不留行黄酮苷和葛根异黄酮合用使血清中 GSH-Px 和 T-SOD
87 活性升高，血清 MDA 含量下降，这可能因为葛根和王不留行都含有多羟基酚类，其氢原子
88 能与自由基结合，使其生成相应的分子和离子，抑制自由基的产生，终止自由基的连锁反应，
89 因此能够增强机体的抗氧化能力。

90 4 结 论

91 综上所述，在本试验条件下添加葛根异黄酮和王不留行黄酮苷均有提高哺乳母猪泌乳性
92 能的趋势，使血清中生长激素含量和抗氧化能力得到提高。葛根异黄酮效果优于王不留行黄
93 酮苷，二者合用效果更佳。

94 参考文献：

95 [1] 丁月云.王不留行、黄芪对奶牛乳腺上皮细胞体外增殖与分泌功能影响的研究[D].博士学
96 位论文.南京:南京农业大学,2008:120–121.
97 [2] 陈宜忠,吴德峰,黄志勇,等.中草药对香豚猪母猪的哺乳与繁殖性能的影响[J].中兽医学杂
98 志,2015(3):16–19.
99 [3] 孙明梅.中草药饲料添加剂对哺乳母猪生产性能的影响[D].硕士学位论文.延边:延边大
100 学,2007:12–17.
101 [4] 满晨,于小英,杨建涛.日粮中添加葛根粉对奶牛生产性能的影响[J].中国奶
102 牛,2009(8):24–26.
103 [5] 郑高利,张信岳,郑经纬,等.葛根素和葛根总异黄酮的雌激素样活性[J].中药
104 材,2002,25(8):566–568.
105 [6] 王亮.葛根素对小鼠生长激素和催乳素含量及其受体表达量的影响[D].硕士学位论文.呼
106 和浩特:内蒙古农业大学,2013:9–12.
107 [7] LAWLOR P G,LYNCH P B,GARDINER G E,et al.Effect of liquid feeding weaned pigs on
108 growth performance to harvest[J].Journal of Animal Science,2002,80(7):1725–1735.
109 [8] 张元中.中草药饲料添加剂对哺乳母猪生产性能的影响[D].硕士学位论文.郑州:河南农业
110 大学,2010:13–15.
111 [9] 刘英姿,董筱萍,程迪,等.复方中草药添加剂对繁殖母猪生产性能及免疫功能影响的研究
112 [J].饲料研究,2014(3):22–24.
113 [10] 陈丰,蒋宗勇,林映才.大豆异黄酮对哺乳母猪生产性能及抗氧化性能的影响[J].饲料博
114 览,2010(8):1–5.
115 [11] 王建辰.家畜生殖内分泌学[M].北京:农业出版社,1993:58–60.

116 [12] LEONOUDAKIS D,SINGH M,MOHAJEK R,et al.Dystrogly can controls signaling of
117 multiple hormones through modulation of STAT5 activity[J].Journal of Cell Science,2010,12
118 3(21):3683–3692.
119 [13] 李楠,高学军,关力.中药王不留行对奶牛乳腺细胞增殖及泌乳的影响[J].中国畜牧兽
120 医,2011,38(6):45–48.
121 [14] TONG H L,GAO X J,LI Q Z,et al.Metabolic regulation of mammary gland epithelial cells of
122 dairy cow by galactopoietic compound isolated from *Vaccariae segetalis*[J].Agricultural Sciences
123 in China,2011,10(7):1106–1116.
124 [15] 王月影,王艳玲,李和平,等.动物乳腺发育的调控[J].畜牧与兽医,2002,34(7):36–38.
125 [16] KLEINBERG D L,RUAN W F.IGF-1,GH and sex steroid effects in normal mammary gland
126 development[J].Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia,2008,13(4):353–360.
127 [17] 高靖,高腾云,王荷香.葛根提取物对奶牛生产性能和血液生化指标的影响[J].中国畜牧兽
128 医,2012,39(7):126–128.
129 [18] 李德生,方正锋,车炼强,等.饲粮添加王不留行与大豆异黄酮对泌乳母猪生产性能和抗氧
130 化能力的影响[J].中国畜牧杂志,2014,50(1):63–68.
131 [19] BELL A W.Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy
132 to early lactation[J].Journal of Animal Science,1995,73(9):2804–2819.
133 [20] CASTILLO C,HERNANDEZ J,BRAVO A,et al.Oxidative status during late pregnancy
134 and early lactation in dairy cows[J].The Veterinary Journal,2005,169(2):286–292.
135 [21] CASTILLO C,HERNÁNDEZ J,VALVERDE I,et al.Plasma malonaldehyde (MDA) and total
136 antioxidant status (TAS) during lactation in dairy cows[J].Research in Veterinary
137 Science,2006,80(2):133–139.
138 [22] DOEPEL L,LAPIERRE H,KENNELLY J J.Peripartum performance and metabolism of
139 dairy COWS in response to prepartum energy and protein intake[J].Journal of Dairy Scie
140 nce,2002,85(9):2315–2334.
141 [23] CUZZOCREA S,RILEY D P,CAPUTI A P,et al.Antioxidant therapy:a new pharmacolo
142 gical approach in shock,inflammation,and ischemia/reperfusion injury[J].Pharmacological Rev
143 iews,2001,53(1):135–159.
144 [24] FANG Y Z,YANG S,WU G Y.Free radicals,antioxidants,and
145 nutrition[J].Nutrition,2002,18(10):872–879.
146 [25] VASSALLE C,LUBRANO V,L'ABBATE A,et al.Determination of nitrite plus nitrate a
147 nd malondialdehyde in human plasma:analytical performance and the effect of smoking an
148 d exercise[J].Clinical Chemistry and Laboratory Medicine,2002,40(8):802–809.
149 [26] 陈强,樊兆斌,梁军生,等.白术等复方中草药对断奶仔猪抗氧化功能的影响[J].饲料研
150 究,2013(6):60–61.
151 [27] 周本宏,刘刚,罗顺德.葛根素对红细胞膜脂质过氧化损伤的防护作用[J].中国医院药学杂
152 志,2004,24(8):470–472.
153 [28] 徐晓红.葛根素抗 *D*-半乳糖致衰老小鼠的脂质过氧化作用[J].中国中药杂
154 志,2003,28(1):66–69.
155

156 Effects of Vaccarin and Puerain on Lactation Performance, Serum Hormone and Antioxidant
157 Indexes of Lactating Sows

158 WANG Fangfang WU Hongzhi DIAO Huajie WANG Zhilong DENG Xiaomin DIAO

159 Xinping*
160 (*College of Animal Science and Technology*, *Northeast Agricultural University*, *Harbin* 150030,
161 *China*)
162 Abstract: The objective of this study was to investigate the effects of vaccarin and puerain on
163 lactation performance, serum hormone and antioxidant indexes of lactating sows. The trial used a
164 2×2 factorial random design, the main effects were vaccarin (0, 2 g/kg), puerain (0, 2.5 g/kg) and
165 the interaction between them, respectively. Twenty-four Landrace sows (similar parity and due
166 date) were selected and randomly divided into four groups (control group, vaccarin group, puerain
167 group and mixed group) and each group had six pigs. The pre-experimental period lasted for 7
168 days, and the experimental period lasted for 21 days. The results showed follows: 1) the average
169 daily feed intake of sows of mixed group was significantly higher than that of control group
170 (P<0.05). Compare with control group, the average daily gain of all add groups at the second
171 weeks had the trend of increasing, and the average daily gain in mixed group was significantly
172 higher than that of control group (P<0.05). The content of insulin-like growth factor Ⅰ (IGF-Ⅰ)
173 in milk of all add groups was significantly higher than that of control group (P<0.05), and had
174 significant difference among all groups (P<0.05). 2) The content of growth hormone at the 1st,
175 10th and 21th days, estrogen at the 21th days and prolactin at the 1st, 10th and 21th days in serum
176 of mixed group were significantly higher than those of control group (P<0.05). 3) The serum
177 glutathione peroxidase activity at the 10th and 21th days of all add groups was significantly higher
178 than that of control group (P<0.05), and the serum malondialdehyde content at the 1st, 10th and
179 21th days was significantly lower than that of control group (P<0.05). The serum total superoxide
180 dismutase activity at the 1st, 10th and 21th days of mixed group was significantly higher than that
181 of control group (P<0.05). In conclusion, under this experimental condition, diet added with
182 vaccarin and puerain increase the lactation of sows and the content of prolactin, growth hormone
183 and the activity of total superoxide dismutase in serum. The lactation performance, serum
184 hormone and antioxidant indexes of lactating sow are improved.
185 Key words: vaccarin; puerain; lactation performance; antioxidant
186

*Corresponding author, associate professor, E-mail: diaoxp63 @163.com （责任编辑　武海龙）